

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01V 15/00, 3/10</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/36192</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. Oktober 1997 (02.10.97)</p>		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none; padding: 5px;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH97/00132</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 27. März 1997 (27.03.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 797/96 27. März 1996 (27.03.96) CH</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PAUL SCHERRER INSTITUT [CH/CH]; CH-5232 Villigen (CH).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOKSBERGER, Hans, Ulrich [CH/CH]; Spiracher Strasse 206, CH-5225 Oberbözberg (CH). GREUTER, Urs [CH/CH]; Mäderstrasse 17, CH-5400 Baden (CH). KIRSCH, Stefan [DE/CH]; Stumpenweg 4, CH-5203 Würenlingen (CH). SEILER, Paul, Gerhard [DE/CH]; Hauptstrasse 39, CH-5234 Villigen (CH). SCHILLING, Christian [DE/DE]; Sonnenbergstrasse 44, CH-5303 Würenlingen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: TROESCH SCHEIDEGGER WERNER AG; Siewerdstrasse 95, Postfach, CH-8050 Zürich (CH).</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none; padding: 5px;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH97/00132</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 27. März 1997 (27.03.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 797/96 27. März 1996 (27.03.96) CH</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PAUL SCHERRER INSTITUT [CH/CH]; CH-5232 Villigen (CH).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOKSBERGER, Hans, Ulrich [CH/CH]; Spiracher Strasse 206, CH-5225 Oberbözberg (CH). GREUTER, Urs [CH/CH]; Mäderstrasse 17, CH-5400 Baden (CH). KIRSCH, Stefan [DE/CH]; Stumpenweg 4, CH-5203 Würenlingen (CH). SEILER, Paul, Gerhard [DE/CH]; Hauptstrasse 39, CH-5234 Villigen (CH). SCHILLING, Christian [DE/DE]; Sonnenbergstrasse 44, CH-5303 Würenlingen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: TROESCH SCHEIDEGGER WERNER AG; Siewerdstrasse 95, Postfach, CH-8050 Zürich (CH).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH97/00132</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 27. März 1997 (27.03.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 797/96 27. März 1996 (27.03.96) CH</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PAUL SCHERRER INSTITUT [CH/CH]; CH-5232 Villigen (CH).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOKSBERGER, Hans, Ulrich [CH/CH]; Spiracher Strasse 206, CH-5225 Oberbözberg (CH). GREUTER, Urs [CH/CH]; Mäderstrasse 17, CH-5400 Baden (CH). KIRSCH, Stefan [DE/CH]; Stumpenweg 4, CH-5203 Würenlingen (CH). SEILER, Paul, Gerhard [DE/CH]; Hauptstrasse 39, CH-5234 Villigen (CH). SCHILLING, Christian [DE/DE]; Sonnenbergstrasse 44, CH-5303 Würenlingen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: TROESCH SCHEIDEGGER WERNER AG; Siewerdstrasse 95, Postfach, CH-8050 Zürich (CH).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>			
<p>(54) Title: DEVICE AND PROCESS FOR DETERMINING POSITION</p> <p>(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR POSITIONSBESTIMMUNG</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div>				
<p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a device for determining the position of objects (T) inside a space (P), in particular for locating a tumour inside a human body. At least one emitter unit (SE) and at least one receiver unit (S11,... S22) are provided and, in a first embodiment, the emitter unit(s) (SE) are located inside and/or as close as possible to the object (T) under observation and the receiver unit(s) (S11,... S22) are located preferably outside the space (P). In a second embodiment, the receiver unit(s) (SE) are located inside and/or as close as possible to the object (T) under observation and the emitter unit(s) (S11,... S22) are located preferably outside the space (P).</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Positionsbestimmung von Objekten (T) in einem Raum (P), insbesondere zur Bestimmung eines Tumors in einem menschlichen Körper, wobei mindestens eine Sendeeinheit (SE) und mindestens eine Empfangseinheit (S11, ..., S22) vorgesehen sind, wobei in einer ersten Ausführungsform die Sendeeinheit (SE) bzw. die Sendeeinheiten im und/oder möglichst nahe beim zu beobachtenden Objekt (T) und die Empfangseinheit bzw. die Empfangseinheiten (S11, ..., S22) vorzugsweise ausserhalb des Raumes (P) angeordnet sind. In einer zweiten Ausführungsform der Erfindung sind die Empfangseinheiten (SE) im und/oder möglichst nahe beim zu beobachtenden Objekt (T) und die Sendeeinheit (S11, ..., S22) bzw. die Sendeeinheiten vorzugsweise ausserhalb des Raumes (P) angeordnet.</p>				

Best Available Copy

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LJ	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Vorrichtung und Verfahren zur Positionsbestimmung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach
5 dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, eine Verwendung
derselben, ein Verfahren nach dem Oberbegriff des
Patentanspruchs 15 sowie eine Anwendung des Verfahrens.

Bei zahlreichen technischen und medizinischen Verfahren
10 sind Informationen über die Position eines Objektes von
grösster Bedeutung. Währenddem in der Medizin die Position
von einzelnen Gewebeteilen - beispielsweise eines Tumors,
der zur Zerstörung oder zur Wachstumsbegrenzung bestrahlt
werden soll - bestimmt werden muss, ist die
15 Positionserfassung zur Eingabe in ein Computersystem,
beispielsweise für "Cyber Space"- Anwendungen, von
allgemeiner Bedeutung. Eine solche Positionserfassungs-
bzw. Positionseingabeeinheit wird in diesen Anwendungen
auch etwa als dreidimensionale Maus bezeichnet. In diesem
20 Zusammenhang sei auf die Druckschriften US-4 737 794, US-4
945 305 und US-5 453 686 verwiesen.

Eine medizinischen Anwendungen besteht - wie erwähnt - in
der Behandlung von Tumoren im menschlichen Körper, wobei
25 der Tumor mittels Photonen- oder in Spezialfällen auch mit
Protonenstrahlen bestrahlt wird. Dabei ist das Ziel einer
derartigen Strahlenbehandlung, dass lediglich der den Tumor
bildende Gewebeteil bestrahlt wird. Das den Tumor umgebende
Gewebe soll dabei so gering wie nur möglich geschädigt
30 werden. Diese Forderung versucht man dadurch zu erreichen,
indem die Dosisverteilung der applizierten Strahlung
möglichst genau dem Tumolvolumen angepasst wird bzw. auf
den Ort des Tumors begrenzt ist.

- Verschiedene Methoden sind sowohl für die Photonen- als auch für die Protonenbestrahlung bekannt, wobei zum Teil erhebliche Qualitätsunterschiede zwischen den verschiedenen Methoden bestehen. Bei all diesen bekannten Methoden wird - unter Vermeidung einer Schädigung von gesundem Gewebe - vorausgesetzt, dass eine einmal diagnostizierte Tumorposition über den Behandlungszeitraum konstant bleibt.
- 10 Bei der Behandlung von ortsfesten Tumoren wurden teilweise beachtliche Erfolge erzielt. So hat sich insbesondere die Behandlung von Augenhintergrundmelanomen mit Protonenstrahlen als äusserst erfolgreich erwiesen.
- 15 Demgegenüber sind Tumore im Brust- und Bauchbereich im allgemeinen nicht ortsfest. Ihre Position wird vielmehr durch natürliche Bewegungsabläufe, wie beispielsweise durch die Atmung, die Herzkontraktionen, die Peristaltik, usw., dauernd verändert.
- 20 Sollen ähnliche Behandlungserfolge wie bei ortsfesten Tumoren erreicht werden, so muss die Position des Tumors während der Bestrahlung genau bekannt sein.
- 25 In einem Aufsatz von K. Ohara et al. mit dem Titel "Irradiation Synchronized with Respiration Gate" (International Journal on Radiation Oncology Biology Physics, 1989, Vol. 17, Seiten 853 bis 857) wurde aus diesem Grund eine Echtzeitsimulation der Tumorposition vorgeschlagen, wobei als Grundlage der Simulation die
- 30 Verformung der Körperoberfläche, insbesondere die Verformung durch die Atembewegung, verwendet wurde. Die Methode weist jedoch Ungenauigkeiten auf, da es sich

einerseits nicht um eine direkte Messung der Tumorposition sondern lediglich um eine indirekte Messung handelt, und da andererseits die weiteren positionsbestimmenden Faktoren - wie Herzkontraktion und Darmbewegung - nicht berücksichtigt
5 werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung anzugeben, bei der die Position von Objekten jederzeit bestimmt werden kann.

10

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Massnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung, eine Verwendung derselben, ein Verfahren sowie eine Anwendung des
15 Verfahrens sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

Mit Hilfe der erfindungsgemässen Vorrichtung kann die Position eines Objektes im Raum äusserst genau bestimmt werden. Darüber hinaus kann die Positionsbestimmung ohne
20 direkte Verbindung zum Objekt erfolgen.

Wird am Tumor oder an einem sich in der Nähe des Tumors befindenden Gewebeteils eine miniaturisierte, Signale ausstrahlende Sendeeinheit befestigt, so dann durch den
25 Empfang dieser Signale ausserhalb des Körpers mit Hilfe von Empfangseinheiten die Position des Tumors jederzeit genau berechnet werden. In analoger Weise kann die Positionsbestimmung auch dadurch vorgenommen werden, dass die Empfangseinheit im bzw. beim Tumor und die Sendeeinheit
30 bzw. Sendeeinheiten ausserhalb des Körpers plziert werden. Die letztgenannte Anordnung hat darüber hinaus den Vorteil, dass der Körper einer geringeren Sendeleistung und damit einer geringeren thermischen Belastung ausgesetzt wird als

bei der erst genannten Methode. Zudem gestaltet sich die Übertragung der beim Objekt, d.h. dem Tumor, gemessenen Signale nach aussen bei der letztgenannten Anordnung viel einfacher, da für diese Übertragung eine geringere
5 Übertragungsleistung zur Verfügung gestellt werden muss als bei der erst genannten Methode.

Bei der medizinischen Anwendung wird die in der Nähe des Objektes, d.h. des Tumor, positionierte Einheit, falls dies
10 notwendig ist, durch einen chirurgischen Eingriff in den Körper des Patienten implantiert. Bei der erst genannten Anordnung wird zum Aussenden von Signalen durch die Sendeeinheit Energie benötigt, die entweder über ein äusseres Feld an die Sendeeinheit oder über eine
15 Drahtverbindung zwischen einer Generatoreinheit und der Sendeeinheit übertragen. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Sendeeinheit einen eigenen Energiespeicher auf, der demzufolge mitimplantiert wird.

20 Bei der zweitgenannten Anordnung gelten die obigen Aussagen sinngemäss, d.h., dass die durch die Empfangseinheit bzw. Empfangseinheiten empfangenen Signale über Drahtverbindungen nach aussen übertragen werden. Allerdings wird - wie erwähnt - bei dieser Realisierungsform für die
25 Übertragung der Messsignale weniger Energie benötigt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigt

30 Fig. 1 ein vereinfachtes Funktionsblockschaltbild der erfindungsgemässen Vorrichtung,

Fig. 2 einen Aufbau einer als Empfangseinheit in der erfindungsgemässen Vorrichtung verwendeten Induktionsspule und

- 5 Fig. 3 eine weitere Ausführungsform der Induktionsspule gemäss Fig. 2.

Fig. 1 zeigt einen menschlichen Körper P eines mit der erfindungsgemässen Vorrichtung zu behandelnden Patienten.
10 Dabei besteht die erfindungsgemässe Vorrichtung aus einer Sendeeinheit SE, einer Generatoreinheit GE, einem Schlauch SL, Empfangseinheiten S11 bis S22, einer Signalaufbereitungseinheit SA, einer Recheneinheit RE und einer Bestrahlungseinheit BE.

15

Wie eingangs erwähnt ist die Kenntnis der genauen Position eines zu bestrahlenden Gewebeteils T, beispielsweise eines Tumors, unabdingbare Voraussetzung für eine maximale Schonung des an den Tumor angrenzenden gesunden Gewebes.
20 Für diese Positionsbestimmung wird erfindungsgemäss die miniaturisierte Sendeeinheit SE möglichst nahe, vorzugsweise unmittelbar beim Tumor positioniert, damit die Sendeeinheit SE möglichst alle Bewegungen, die der zu bestrahlende Gewebeteil T erfährt, ebenfalls mitmacht.

25

Eine Möglichkeit, die Sendeeinheit SE am gewünschten Ort im Körper zu positionieren, besteht in der Verwendung einer Punktationshohlnadel, mit deren Hilfe der Schlauch SL von der Körperoberfläche zum Gewebeteil T geführt wird. Durch
30 diesen Schlauch SL wird die Sendeeinheit SE in den Gewebeteil T bzw. in der Nähe des Gewebeteils T gebracht.

Befindet sich der zu bestrahlende Gewebeteil T an der Körperoberfläche oder in der Nähe eines natürlichen Körperhohlraumes, so ist die Sendeeinheit SE selbstverständlich an der Körperfläche zu fixieren bzw. die
5 Sendeeinheit ist, wenn möglich, durch eine natürliche Körperöffnung in den betreffenden Körperhohlraum einzuführen, ohne dass Gewebe durchdrungen werden muss, wie dies beispielsweise bei der Verwendung einer Punktationshohlnadel der Fall ist.

10

Falls die erfindungsgemässe Positionsbestimmung dazu verwendet wird, um eine Bestrahlung eines Gewebeteils T, beispielsweise eines Tumors, vornehmen zu können, so ist die Recheneinheit RE mit der Bestrahlungseinheit BE
15 wirkverbunden. Damit kann die Bestrahlungseinheit BE aufgrund der Positionsangaben der Recheneinheit RE präzise auf den Gewebeteil T einwirken, wobei zwei grundsätzliche Möglichkeiten des Bestrahlungsvorganges denkbar sind: Einerseits ist denkbar, dass ein Zielbereich, in dem die
20 Strahlen ihre volle Wirkung entfalten, dem sich bewegenden und bestrahlenden Gewebeteil T nachgeführt wird oder, andererseits, dass die Bestrahlung lediglich dann vorgenommen wird, wenn sich der Gewebeteil T im fix vorgegebenen Zielbereich befindet.

25

In der bereits erwähnten und in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Energieversorgung der Sendeeinheit SE über ein durch den Schlauch SL
geführtes Verbindungskabel VK, das an die Generatoreinheit
30 GE auf der einen Seite und an die Sendeeinheit SE auf der anderen Seite angeschlossen ist.

Denkbar ist jedoch auch, dass die Sendeeinheit SE einen Energiespeicher, beispielsweise in Form einer Batterie, aufweist oder dass die Sendeeinheit SE von einem durch die Generatoreinheit GE erzeugten elektromagnetischen Feld
5 erregt wird. Diese beiden Ausführungsformen haben den Vorteil, dass keine Verbindungskabel VK zwischen der Generatoreinheit GE und der Sendeeinheit SE notwendig sind, womit ein von der Sendeeinheit SE ausgestrahltes Feld, das zur Positionsbestimmung verwendet wird, nicht gestört wird.
10 Zudem kann die Sendeeinheit SE zwischen einzelnen Behandlungen im Körper belassen werden. Nachteilig ist jedoch - insbesondere bei der Ausführungsform mit dem in der Sendeeinheit SE integrierten Energiespeicher - die daraus resultierende, grössere Sendeeinheit SE, was
15 insbesondere bei einer Implantation in den Körper störend sein kann.

Die Sendeeinheit SE wird dazu verwendet, ein elektromagnetisches Feld, in Fig. 1 dargestellt durch
20 einzelne Feldlinien FL, aufzubauen, das von den Empfangseinheiten S11 bis S22, die vorzugsweise ausserhalb des Körpers P angeordnet sind, empfangen werden kann. Zwar stellt ein menschlicher Körper P hinsichtlich der Ausbreitungseigenschaften von elektromagnetischen Wellen in
25 den verschiedenen Geweben ein sehr inhomogenes Medium dar, jedoch ist die Beeinflussung eines den Körper P durchdringenden Magnetfeldes vernachlässigbar. Aus diesem Grund besteht die bevorzugte Ausführungsform der im Körper P platzierten Sendeeinheit SE aus einer miniaturisierten
30 Spule, wobei ein von dieser Spule ausgehendes Magnetfeld einem magnetischen Dipol entspricht. Kennt man das magnetische Moment und die Lage eines Dipols im Raum, so ist die Stärke des Magnetfeldes in jedem Punkt im Raum

berechenbar, wobei die Werte für die Magnetfeldstärke durch die drei kartesischen Koordinaten x , y , z , den Polarwinkel ϕ und das Azimut θ des Dipols eindeutig bestimmt sind. Das magnetische Moment eines Dipols kann berechnet oder durch
5 geeignete Messungen bestimmt werden.

Die Position des Dipols im Raum, wie sie in der vorliegenden Anwendung benötigt wird, stellt das inverse Problem dar, nämlich ausgehend von den Messungen der
10 Feldstärken des vom Dipol ausgestrahlten Feldes wird die Position des Dipols ermittelt.

Eine vollständige Positionsbestimmung erfordert die Kenntnis des magnetischen Moments der Sendeeinheit SE bzw.
15 der in der Sendeeinheit SE enthaltenen Sendespule und die Messung von mindestens fünf linearen unabhängigen Ableitungen ihres Magnetfeldes.

Eine mögliche Methode zur Bestimmung der Position eines
20 magnetischen Dipols im Raum ist im Aufsatz von W. M Wynn et al. mit dem Titel "Advanced Superconducting Gradiometer/Magnetometer Arrays and a Novel Signal Processing Technique" (IEEE Transactions of Magnetism, Vol. MAG-11, No. 2, März 1975, Seiten 701 bis 707) beschrieben.
25 Allerdings wird bei dieser bekannten Methode zur Positionsbestimmung von einem Dipol ausgegangen, bei dem das magnetische Moment unbekannt ist. Aus diesem Grund muss zusätzlich zu den Feldableitungen noch eine Komponente des Magnetfeldes gemessen werden.

30 Bei der Anwendung dieser Methode auf die erfindungsgemäße Lehre kann das magnetische Moment jedoch in einer von den Messungen zur Positionsbestimmung unabhängigen Messung

erhalten werden, d.h. auf die Messung der Feldkomponente während der Positionsbestimmung kann verzichtet werden.

Zur Messung der Feldableitungen (Feldgradienten) sind die
5 Empfangseinheiten S11 bis S22 vorgesehen, wobei jeweils
zwei dieser Empfangseinheiten, nämlich S11 und S12 bzw. S21
und S22, zur Bestimmung einer Feldableitung verwendet
werden. Der Einfachheit halber sind in Fig. 1 lediglich die
vier Empfangseinheiten S11 bis S22 dargestellt. Tatsächlich
10 sind insgesamt zehn Empfangseinheiten notwendig, damit die
fünf Variablen x , y , z , ϕ und θ eindeutig bestimmt werden
können. Zur Überprüfung der gemessenen Werte ist jedoch
auch vorgesehen, mehr als zehn Empfangseinheiten
einzusetzen, womit redundante Informationen erhalten
15 werden, aufgrund deren die Genauigkeit der Messungen
eingeschätzt werden kann.

Als Empfangseinheit S11 bis S22 werden vorzugsweise
Induktionsspulen verwendet. Die Induktionsspulen
20 integrieren den magnetischen Fluss innerhalb ihres
Volumens. Aus diesem magnetischen Fluss lässt sich dann die
mittlere magnetische Feldstärke im Spulenvolumen bestimmen.
Für die Positionsbestimmung ist man jedoch an der
Feldstärke in einem Punkt im Raum interessiert.

25

Aus der Druckschrift mit dem Titel "Experimental Methods in
Magnetism" von E. P. Wohlfarth (Band 2, Kapitel 1, Seiten 2
bis 7) ist bekannt, dass, wenn die Spulendimensionen
geeignet gewählt werden, der Messwert, den die Spule
30 liefert, mit nur geringen Abweichungen dem Wert der
magnetischen Feldstärke, und zwar im Zentrum der Spule,
entspricht. Dies kann insbesondere dann erwartet werden,
wenn das Verhältnis von Länge zu Durchmesser der

verwendeten Induktionsspule nach folgender Formel berechnet wird:

$$\frac{\zeta}{\rho_2} = \frac{3}{\sqrt{20}} \cdot \sqrt{\frac{1-\gamma^5}{1-\gamma^3}}$$

5

wobei

$$\gamma = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

- 10 und ρ_1 , ρ_2 der innere bzw. der äussere Durchmesser der Induktionsspule ist. Es wurde unlängst gezeigt, dass - wenn $\gamma < 0.3$ ist - ein Anteil vierter Ordnung kleiner als 2×10^{-3} ist und somit einen kleineren Einfluss ausübt als die magnetische Induktion B_z entlang der Symmetrieachse der
- 15 Induktionsspule.

- Wie bereits erwähnt wurde, werden jeweils zwei der Empfangseinheiten S11 bis S22 zur Bestimmung der Ableitungen (Gradienten) des Magnetfeldes zusammen
- 20 geschaltet. Dazu sind in der Signalaufbereitungseinheit SA Verstärkungseinheiten D1 und D2 mit je zwei Eingängen vorgesehen, wobei an jedem Eingang eine Empfangseinheit S11 bis S22 bzw. eine Induktionsspule angeschlossen wird. Es wird erneut darauf hingewiesen, dass für eine
- 25 Positionsbestimmung im Raum eine entsprechend grössere Anzahl an Verstärkungseinheiten vorhanden sein müssen, als dies Fig. 1 entnommen werden kann, denn in Fig. 1 wurden der Übersichtlichkeit halber lediglich zwei Verstärkungseinheiten D1 und D2 bzw. lediglich vier
- 30 Empfangseinheiten S11 bis S22 dargestellt.

In den Verstärkungseinheiten D1 und D2 wird die Magnetfelddifferenz zwischen den beiden an den Eingängen anstehenden Signalwerten gebildet. Diese

5 Magnetfelddifferenz wird der Ableitung des Magnetfeldes näherungsweise gleichgesetzt.

Aufgrund der Miniaturisierung, insbesondere einer als Spule ausgebildeten Sendeeinheit SE, ist die erzeugte

10 Magnetfeldstärke sehr klein. Damit stellen andere Magnetfeldquellen, wie sie in nicht speziell abgeschirmten Räumen vorkommen können, ein Problem dar. Aus diesem Grund wird in der Signalaufbereitungseinheit SA eine

15 schmalbandige Filterung und/oder eine phasenempfindliche Verstärkung der in den Verstärkungseinheiten D1 und D2 erhaltenen Signalwerte vorgenommen. Damit kann ein grosser Teil der unerwünschten Signalanteile, inklusive Rauschen, eliminiert werden. Ferner tragen auch die zur Bestimmung der Ableitungen des Magnetfeldes (Gradienten) benötigten

20 Differenzbildungen in den Verstärkungseinheiten D1 und D2 zur Reduktion von Störeinflüssen bei.

Die Induktionsspulen müssen sehr homogen und reproduzierbar gewickelt werden, damit von der in der Spule induzierten

25 Spannung mit hoher Genauigkeit auf die Magnetfeldstärke geschlossen werden kann. Die Homogenität und Reproduzierbarkeit sind mit herkömmlichen Wicklungen aus Kupferrunddraht nur äusserst schwer zu erreichen. Aus diesem Grund werden nachstehend zwei weitere Möglichkeiten

30 zur Realisierung von Induktionsspulen vorgeschlagen, bei denen die vorstehend genannten Nachteile vermieden werden.

Zunächst sei die bereits eingangs erwähnte
erfindungsgemässe Vorrichtung erläutert, die sich von der
erst genannten dadurch unterscheidet, dass Sende- und
Empfangseinheiten ausgetauscht sind. Somit ist bei dieser
5 Ausführungsvariante die Empfangseinheit bzw. die
Empfangseinheiten im oder in der Nähe des Objektes T - d.h.
des Tumors - und die Sendeeinheit bzw. die Sendeeinheiten
ausserhalb des Raumes K - d.h. des Körpers - positioniert.
Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass die ausserhalb
10 des Körpers K liegenden Sendeeinheiten höher liegende
Leistungsgrenzwerte aufweisen können als bei der erst
genannten Variante. Dadurch wird bei der Empfangseinheit
ein erheblich verbesserter Signal-Rausch-Abstand erreicht,
womit die Anforderungen an die die Messsignale
15 verarbeitende Recheneinheit geringer sind und womit die
Messresultate genauer werden. Darüber hinaus benötigt die
beim Objekt platzierte Empfangseinheit viel geringere
Energien Mengen zur Übertragung der Messsignale nach aussen,
womit in den meisten Fällen eine Batterie-gestützte oder
20 auf einem Transponderprinzip beruhende Empfangseinheit dazu
ausreichend ist.

Um die Genauigkeit der Messsignale weiter zu verbessern,
sind mehrere Kalibrationsspulen mit bekannten Positionen
25 vorgesehen, aufgrund derer Störgrössen erfasst werden, die
bei der Positionsbestimmung in korrigierender Weise
verwendet werden.

Bei dieser zweiten Ausführungsvariante ist bei der
30 Positionsbestimmung sowohl ein Zeit- als auch ein
Frequenzmultiplexverfahren anwendbar: Beim
Zeitmultiplexverfahren sendet jeweils nur eine Sendeeinheit
- falls ein Differenzfeld gesendet wird, die zwei

entsprechenden Sendeeinheiten S11 und S12 bzw. S21 und S22
- in einem definierten Zeitabschnitt. Beim
Frequenzmultiplexverfahren hingegen senden alle
Sendeeinheiten gleichzeitig, allerdings mit definierten,
5 sich von anderen unterscheidenden Frequenzen.

In der vorstehend genannten zweiten Ausführungsform der
Erfindung wird von der in Fig. 1 dargestellten
Konfiguration ausgegangen, wobei Sende- und Empfangsort
10 ausgetauscht wurden. Denkbar ist jedoch auch eine
Ausführungsvariante, bei der in der Empfangseinheit SE
beispielsweise zwei Spulen vorgesehen sind, mit denen
entweder Absolutwerte oder Feldableitungen gemessen werden.
Entsprechendes gilt auch für die Sendeeinheiten S11 bis
15 S22, die je als Spule oder als Spulenpaar ausgebildet sein
können.

Für die Bestimmung der genauen Position sei auf den Aufsatz
von S. Kirsch et. al. mit dem Titel "Real Time Tracking of
20 Tumor Positions for Precision Irradiation" (Proceedings of
the Second Symposium on Hadrontherapy, September 9-13,
1996) hingewiesen.

Im folgenden wird auf zwei weitere Möglichkeiten zur
25 Realisierung von Induktionsspulen eingegangen, die es
ermöglichen, die in die Spulen induzierten Spannungen mit
hoher Genauigkeit zu bestimmen:

Eine erste Ausführungsform der Induktionsspule wird in Fig.
30 2 dargestellt, wobei bei dieser anstelle eines Drahtes eine
Folie F, die mit parallelen Kupferstreifen KS beschichtet
ist, verwendet wird. Die Folienbreite entspricht der
gewünschten Wicklungslänge und somit der Länge eines zu

bewickelnden Spulenkörpers SK. Die Folie F wird, wie in Fig. 2A dargestellt, direkt auf den Spulenkörper SK gewickelt, wobei die gesamte Drahtlage einer herkömmlichen Induktionsspule einer Folienlage entspricht. Aus Fig. 2 B ist ersichtlich, wie die parallelen Kupferstreifen KS über eine elektrische Verbindungsleitung EL miteinander verbunden sind. Dabei ist das jeweils am Wicklungsanfang WA liegende Ende eines Kupferstreifens KS mit einem am Wicklungsende WE liegenden Ende eines Kupferstreifens KS zu verbinden, was allerdings eine relativ komplizierte Verbindungstechnik erfordert.

Aus diesem Grund wurde für den Fall, bei dem lediglich das Differenzsignal von zwei Induktionsspulen benötigt wird, die eben erläuterte Induktionsspule dahingehend verbessert, dass die Anwendung der obengenannten Verbindungstechnik vermieden werden kann. Wie erwähnt, ist bei der vorliegenden Anwendung (Gradiometer), nämlich das Messen von Feldableitungen (Feldgradienten), nur das Differenzsignal von zwei Induktionsspulen von Interesse. Aufgrund dieser Einschränkung kann die Wicklung somit dahingehend vereinfacht werden, indem beide Induktionsspulen aus derselben Folie F angefertigt werden. Dies wird anhand Fig. 2C dargestellt, aus der ersichtlich ist, dass die Folie F am Wicklungsanfang WA zweimal rechtwinklig gefaltet ist. Ferner werden beide Induktionsspulen parallel auf denselben Spulenkörper gewickelt. Dadurch wird erreicht, dass derselbe Kupferstreifen einmal von aussen nach innen und für die zweite Induktionsspule von innen nach aussen geführt wird. Damit wird ein in der ersten Induktionsspule induziertes Signal mit umgekehrter Polarität auch in die zweite Induktionsspule induziert, womit sich gleiche Signale

gegenseitig kompensieren. Daraus folgt, dass an den Anschlussstellen AS1 und AS2 bei der in Fig. 2C dargestellten Ausführungsform lediglich das Differenzsignal ansteht. Die anhand Fig. 1 erläuterten und als

5 Differenzverstärker ausgebildeten Verstärkungseinheiten D1 und D2 sind diesfalls nicht mehr notwendig.

Als wesentlicher Vorteil der anhand Fig. 2C erläuterten Induktionsspulen gegenüber den anhand Fig. 2A erläuterten

10 Induktionsspulen ist, dass keine zusätzlichen elektrischen Verbindungsleitungen zwischen dem Wicklungsanfang WA und dem Wicklungsende WE notwendig sind, denn nunmehr befinden sich alle nötigen Verbindungen am Wicklungsende WE (Fig. 2C).

15 Eine weitere, erfindungsgemässe Ausführungsform der Induktionsspulen ist in Fig. 3 bzw. in Fig. 3A und 3B dargestellt, wobei bei dieser Ausführungsform die Induktionsspulen aus Folienscheiben FS aufgebaut sind, auf

20 die vorzugsweise mittels einem photolithographischen Verfahren entweder eine links- oder eine rechtsdrehende Kupferspirale KSPL bzw. KSPR aufgetragen sind (Fig. 3A). Je eine dieser linksdrehenden Kupferspiralen KSPL ist mit einer rechtsdrehenden Kupferspirale KSPR jeweils im inneren

25 Spiralenanfang über eine elektrische Verbindungsleitung EL verbunden. Dadurch wird erreicht, dass sich der Drehsinn des Kupferstreifens vom äusseren Anfang der linksdrehenden Spirale zum äusseren Ende der rechtsdrehenden Spirale nicht ändert. Dies bedeutet, dass sich die induzierten

30 Signale addieren. Die Induktionsspule wird nun aus einem Stapel solcher links- und rechtsdrehender Spiralenpaare entsprechend der in Fig. 3B dargestellten Anordnung

aufgebaut, wobei die Spiralenpaare nur aussen elektrisch verbunden werden müssen.

- Die anhand Fig. 2 und 3 erläuterten Induktionsspulen können in jedweden Anwendungen verwendet werden, in denen Magnetfeldkomponenten oder deren Ableitungen bestimmt werden müssen. Insbesondere wenn eine hohe Genauigkeit der zu messenden Grössen und eine hohe Sensitivität der Messeinheit verlangt wird, eignen sich die angegebenen Induktionsspulen besonders als Gradiometer. Darüber hinaus drängen sich die derart ausgebildeten Induktionsspulen geradezu zur Bestimmung von kleinen Magnetfeldkomponenten bzw. deren Ableitungen auf, denn kleine Werte können mit diesen Induktionsspulen äusserst genau gemessen werden.
- Ferner gewährleistet auch eine einfache Herstellung derartiger Induktionsspulen eine überaus gute Reproduzierbarkeit der gemessenen Grössen mit verschiedenen Induktionsspulen.
- Da die als Empfangseinheit S11 bis S22 verwendeten Induktionsspulen nur auf zeitlich sich ändernde Felder reagieren, wird die als Sendeeinheit SE ausgebildete Sendespule mit einem zeitlich variablen Stromsignal von bekannter Form und Grösse angeregt.
- Als Empfangseinheit S11 bis S22 können aber auch andere Sensoren als Induktionsspulen verwendet werden. Denkbar ist insbesondere die Verwendung von SQUID ("Sensors", W. Göpel et al. Verlag VC Hauer, Weinheim, 1989).
- Die Positionsbestimmung einer Sendeeinheit SE durch Messung des von ihr erzeugten modulierten Feldes mit Hilfe von Gradiometern ist nicht beschränkt auf die

Positionsbestimmung von zu bestrahlenden Tumoren. Vielmehr lässt sich die erfindungsgemässe Vorrichtung überall dort erfolgreich einsetzen, wo eine berührungsfreie Positionsbestimmung benötigt wird.

5

Bei der erläuterten Ausführungsvariante mit einer Sendeeinheit beim Objekt, dessen Position bestimmt werden soll, ist in einer Weiterentwicklung denkbar, dass weitere Sendeeinheiten beim jeweiligen Objekt oder anderen Orten
10 platziert werden. Damit können mit den Empfangseinheiten mehrere Positionen bestimmt werden. Es muss allerdings darauf geachtet werden, dass die Sendeeinheiten entweder in verschiedenen Zeitabschnitten (Zeitmultiplexverfahren) oder mit verschiedenen Frequenzen (Frequenzmultiplexverfahren)
15 senden.

In ähnlicher Weise ist auch die Ausführungsvariante, bei der eine Empfangseinheit im bzw. in der Nähe des Objektes vorgesehen ist, derart weiter entwickelbar, dass weitere
20 Empfangseinheiten im bzw. in der Nähe des Objektes oder an anderen Stellen vorgesehen sind. Vorteilhaft bei dieser Ausführungsform ist dabei, dass die Positionen der verschiedenen Empfangseinheiten simultan bestimmt werden können, da weder ein Zeitmultiplex- noch ein
25 Frequenzmultiplexverfahren notwendig ist.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung wurde anhand einer medizinischen Anwendung ausführlich erläutert. Dadurch wird die Universalität der Erfindung jedoch in keiner Weise
30 eingeschränkt. So eignet sich die erfindungsgemässe Vorrichtung insbesondere als sogenannte dreidimensionale Maus in "Cyber Space"- Anwendungen oder dergleichen.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines Objektes
5 (T) in einem Raum (P), insbesondere zur Bestimmung eines Tumors in einem menschlichen Körper, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Sendeeinheit (SE) und mindestens eine Empfangseinheit (S11, ... S22) vorgesehen sind, wobei die Sendeeinheit (SE) bzw. die Sendeeinheiten
10 im und/oder möglichst nahe beim zu beobachtenden Objekt (T) und die Empfangseinheit bzw. die Empfangseinheiten (S11, ..., S22) vorzugsweise ausserhalb des Raumes (P) positioniert sind.
- 15 2. Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines Objektes (T) in einem Raum (P), insbesondere zur Bestimmung eines Tumors in einem menschlichen Körper, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Sendeeinheit (S11, ..., S22) und mindestens eine Empfangseinheit (SE)
20 vorgesehen sind, wobei die Empfangseinheit bzw. die Empfangseinheiten (SE) im und/oder möglichst nahe beim zu beobachtenden Objekt (T) und die Sendeeinheit (S11, ..., S22) bzw. die Sendeeinheiten vorzugsweise ausserhalb des Raumes (P) positioniert sind.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeeinheit (SE; S11, ..., S22) und/oder die Empfangseinheit (S11, ..., S22; SE) einen Energiespeicher aufweisen.
- 30 4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ausserhalb des Raumes (P) eine Generatoreinheit (GE) vorgesehen ist, wobei die

Generatoreinheit (GE) mit der im Raum (P) positionierten Sendeeinheit bzw. Empfangseinheit (SE) wirkverbunden ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kalibrierspule mit bekannter Position zum Kalibrieren des Messresultate vorgesehen sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinheiten (SE; S11, ..., S22) als Induktionsspulen ausgebildet sind, dass die Wicklungen der Induktionsspulen als auf einer Folie (F) aufgetragene parallele Streifen (KS), die elektrisch
15 leitend sind, ausgebildet sind und dass die Enden der parallelen Streifen (KS) mittels elektrischen Verbindungsleitungen (EL) zu Wicklungen verbunden sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie (F) zweimal zur Bildung von zwei miteinander
20 verbundenen, identischen Induktionsspulen gefaltet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinheiten (SE; S11, ..., S22) als Induktionsspulen ausgebildet sind, dass die
25 Induktionsspulen aus mehreren Folienscheiben (FS) bestehen und dass auf die Folienscheiben (FS) elektrisch leitende Spiralen (KSPL, KSPR) aufgetragen sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,
30 dass jeweils eine rechts- und eine linksdrehende Spirale (KSPL, KSPR) zu einem Spiralenpaar am inneren Spiralenende miteinander elektrisch verbunden sind und dass die Spiralenpaare am äusseren Spiralenende miteinander

verbunden sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinheiten (SE; S11, ..., S22) als Magnetfeldsensoren ausgebildet sind, die insbesondere vom Typ SQUID sind.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine
10 Signalaufbereitungseinheit (SA) und eine Recheneinheit (RE) vorgesehen sind, dass die mit den Empfangseinheiten (SE; S11, ..., S22) gemessenen Signale der Signalaufbereitungseinheit (SA) und die in der Signalaufbereitungseinheit (SA) aufbereiteten Signale der
15 Recheneinheit (RE) zur Bestimmung der Position beaufschlagt sind.

12. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Positionsbestimmung eines Tumors (T) in einem menschlichen Körper (P).

13. Verwendung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass aufgrund der bestimmten Position des Tumors (T) dieser gezielt bestrahlt wird, wobei ein Zielbereich, in dem die
25 Strahlen ihre Wirkung entfalten, dem sich bewegendem Tumor (T) nachgeführt wird oder die Bestrahlung nur dann vorgenommen wird, wenn sich der zu bestrahlende Tumor (T) in einen vorgegebenen fixen Zielbereich hinein bewegt.

30 14. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 für dreidimensionale Positionseingabeeinheiten.

15. Verfahren zur Bestimmung der Position eines Objektes

(T) in einem Raum (P), insbesondere zur Bestimmung eines Tumors in einem menschlichen Körper, wobei das Verfahren darin besteht,

- 5 - dass mindestens eine Sendeeinheit (SE) im Objekt (T) oder möglichst nahe beim Objekt (T) positioniert wird,
- dass die Sendeeinheit (SE) ein elektromagnetisches Feld, vorzugsweise ein magnetisches Feld, erzeugt,
- 10 - dass aufgrund von Messungen des elektromagnetischen Feldes die Position der Sendeeinheit (SE) bestimmt wird und
- 15 - dass aufgrund der Position der Sendeeinheit (SE) die Position und/oder die Lage des Objektes (T) bestimmt wird.
- 16. Verfahren zur Bestimmung der Position eines Objektes
- 20 (T) in einem Raum (P), insbesondere zur Bestimmung eines Tumors in einem menschlichen Körper, wobei das Verfahren darin besteht,
- dass mindestens eine Empfangseinheit (SE) im Objekt
- 25 (T) oder möglichst nahe beim Objekt (T) positioniert wird,
- dass mindestens eine ausserhalb des Raumes (P) liegende Sendeeinheit (S11, ..., S22) ein
- 30 elektromagnetisches Feld, vorzugsweise ein magnetisches Feld, erzeugt,
- dass aufgrund von Messungen des elektromagnetischen

Feldes in der Empfangseinheit (SE) die Position der Empfangseinheit (SE) bestimmt wird und

- 5 - dass aufgrund der Position der Empfangseinheit (SE) die Position und/oder die Lage des Objektes (T) bestimmt wird.

10 17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendeeinheit (SE; S11, ..., S22) ein Differenzfeld erzeugt.

15 18. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 15 bis 17 zur Bestimmung der Position eines in einem menschlichen Körper (P) vorhandenen Tumors (T), der bestrahlt wird, wobei ein Zielbereich, in dem die Strahlen ihre Wirkung entfalten, dem sich bewegenden Tumor (T) nachgeführt wird oder die Bestrahlung nur dann vorgenommen wird, wenn sich der zu bestrahlende Tumor (T) in einen vorgegebenen fixen Zielbereich hinein bewegt.

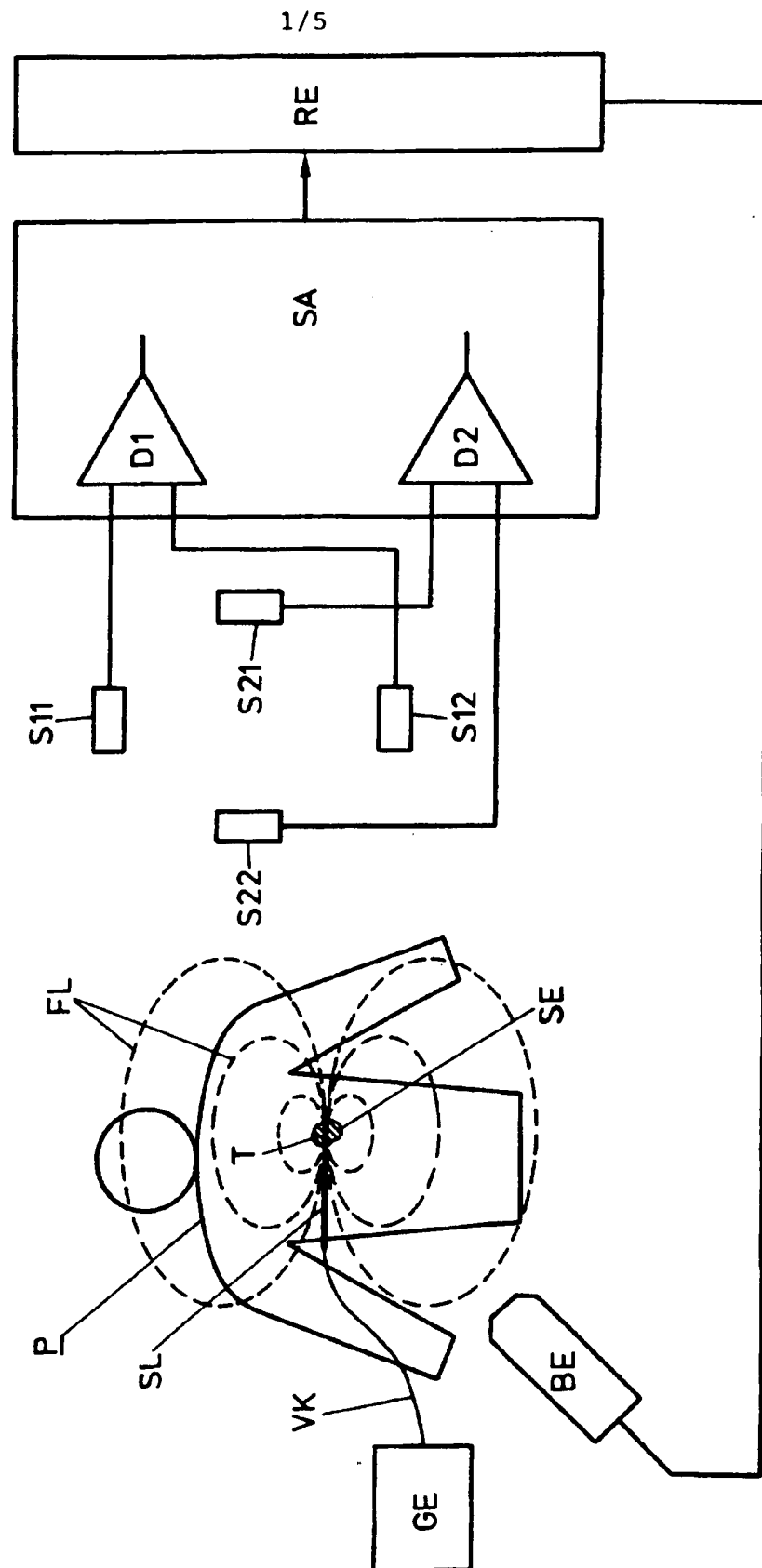


FIG.1

2/5

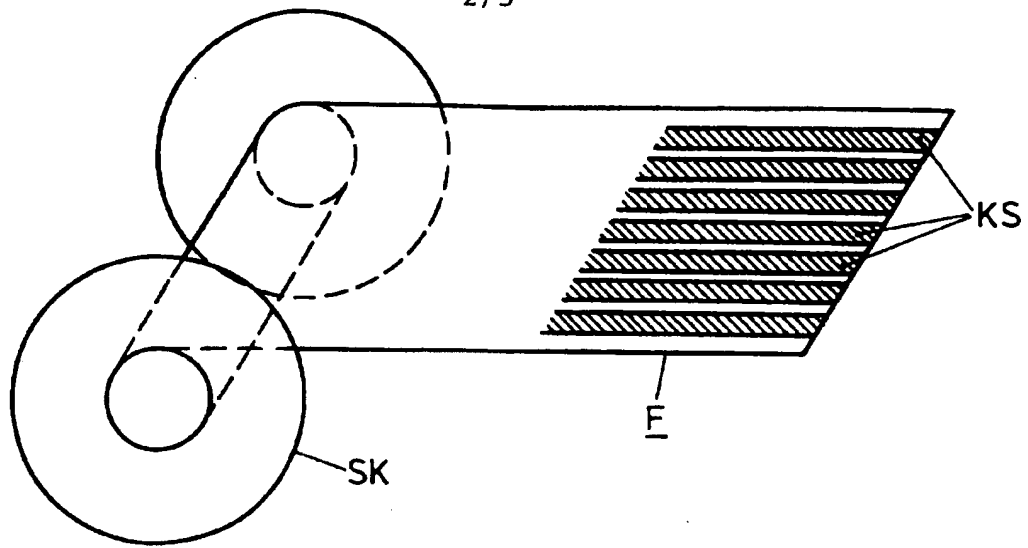


FIG. 2A

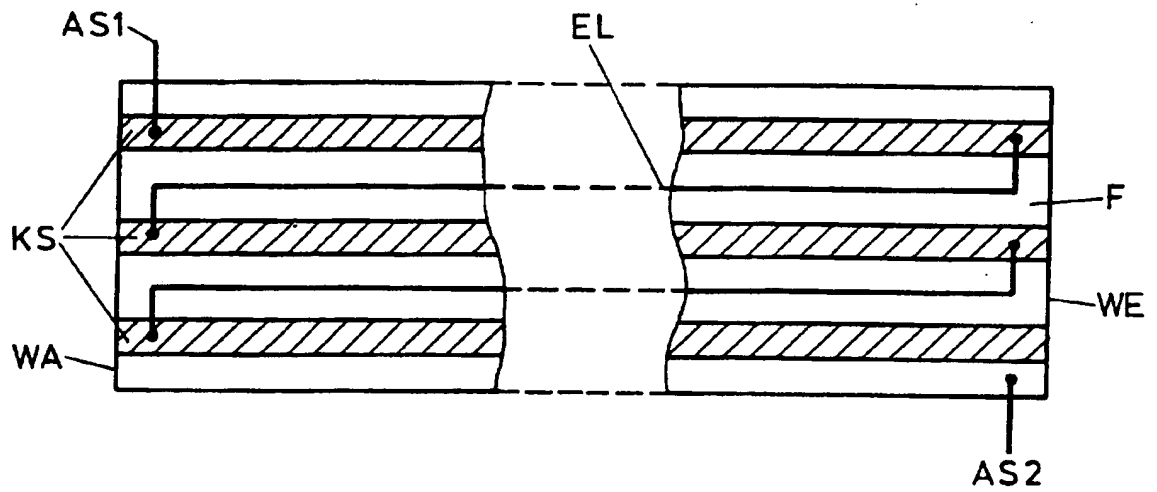


FIG. 2B

3/5

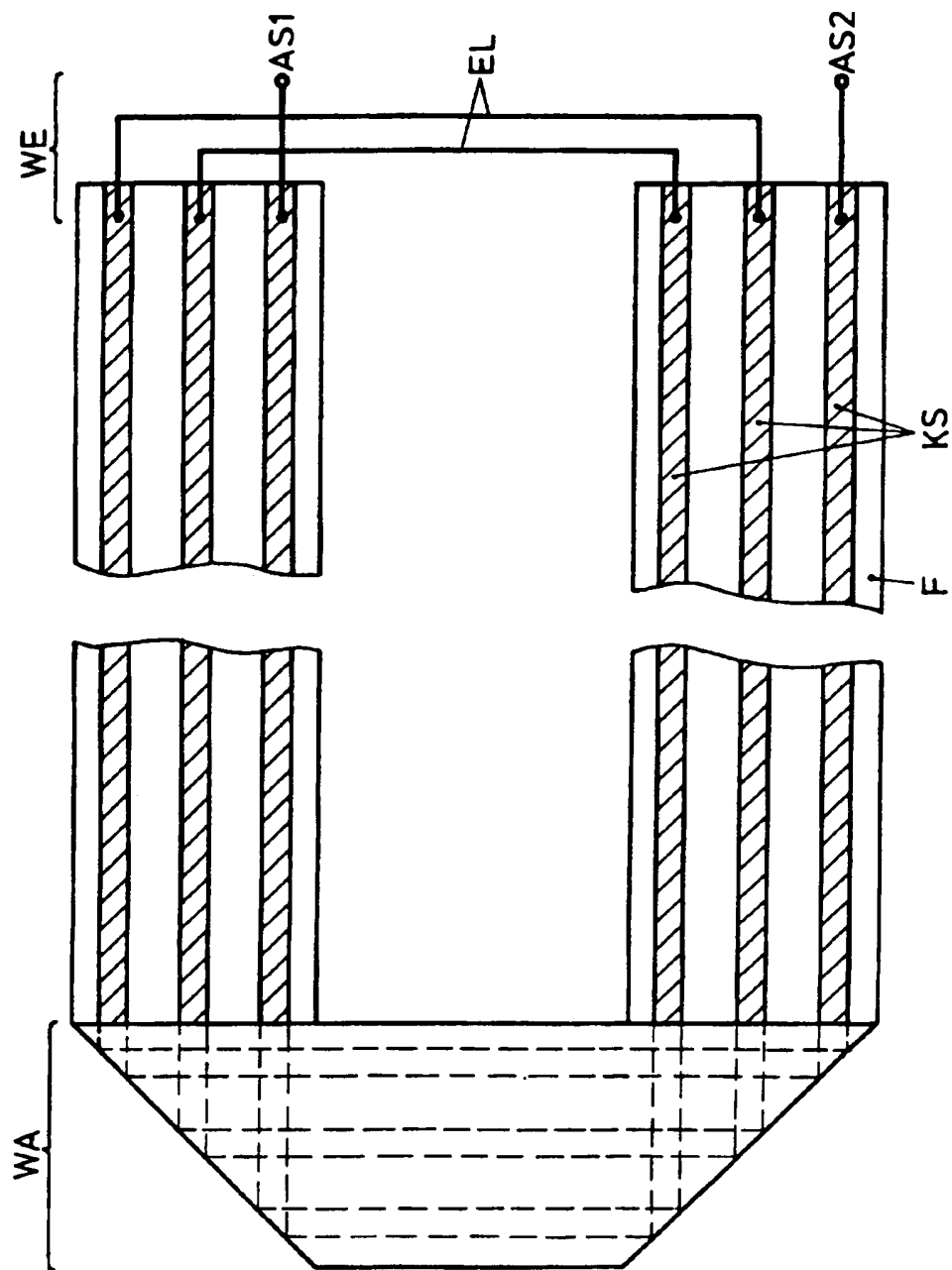


FIG. 2C

4/5

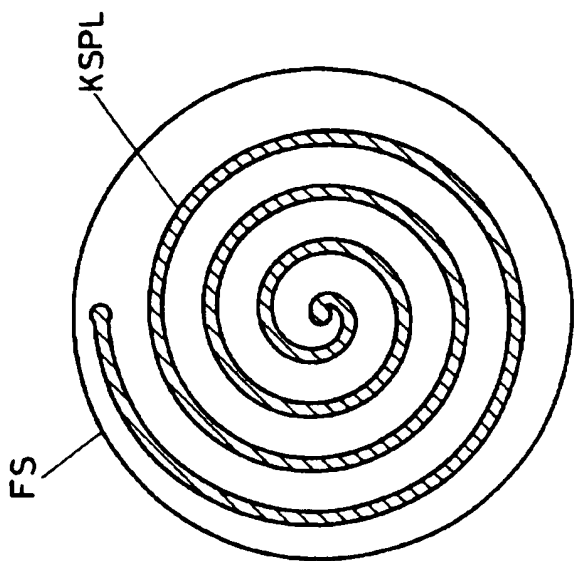
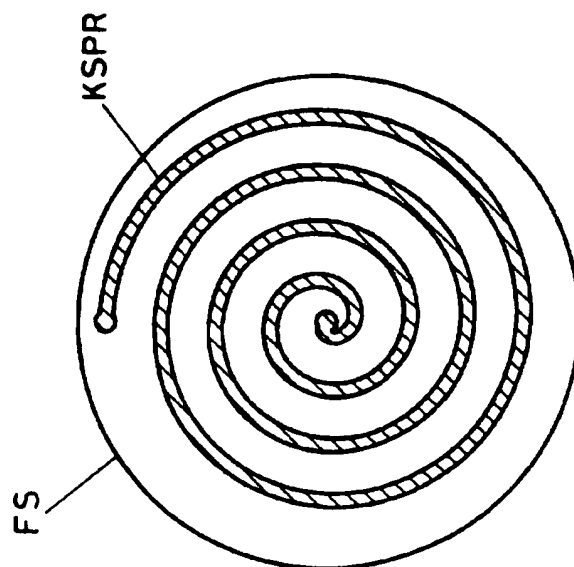


FIG. 3A

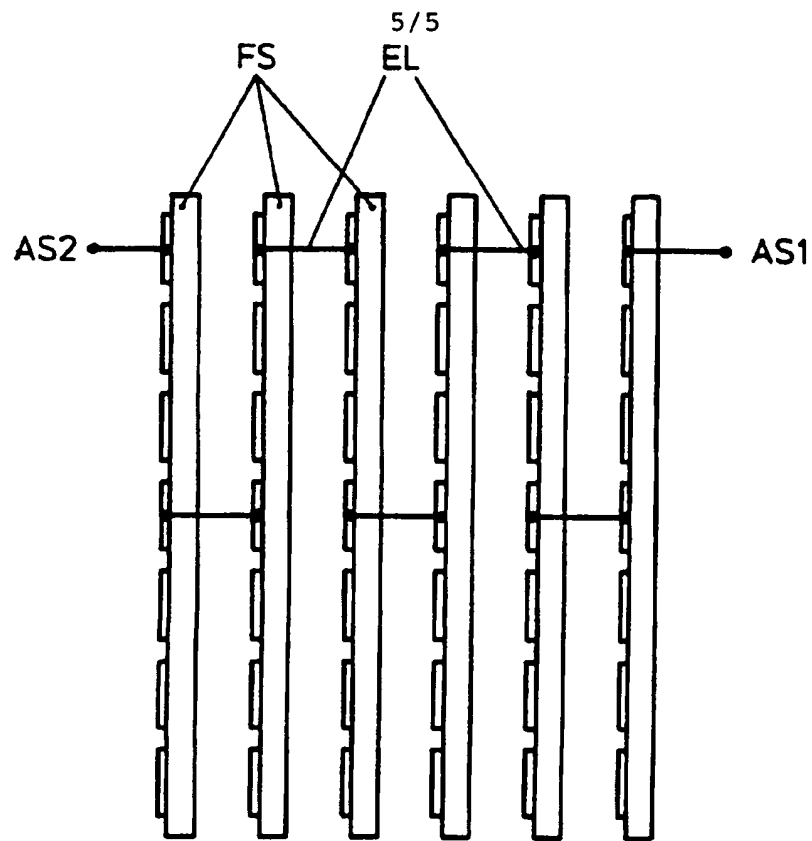


Fig. 3B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 97/00132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G01V15/00 G01V3/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G01V A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 317 078 A (WEED HERMAN R ET AL) 23 February 1982 see column 1, line 42 - line 52 see column 1, line 67 - column 2, line 51 ---	1,2,4, 11-16,18
X	WO 94 04938 A (BRITISH TELECOMM ;BLADEN JOHN STUART (GB); ANDERSON ALAN PATRICK ()) 3 March 1994 see page 3, line 17 - page 5, line 11 ---	1,2,4, 11,14-16
X	EP 0 425 319 A (BECTON DICKINSON CO) 2 May 1991 see column 2, line 19 - line 50 ---	2,4,14, 16
A	EP 0 091 577 A (KUNKE STEFAN) 19 October 1983 see abstract --- -/-	1,2,4, 11,14-16

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 July 1997

Date of mailing of the international search report

23.07.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Swartjes, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 97/00132

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 364 045 A (TEXAS INSTRUMENTS INC ; TEXAS INSTRUMENTS HOLLAND (NL)) 18 April 1990 see figure 1 -----</p>	1,3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 97/00132

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4317078 A	23-02-82	NONE	
WO 9404938 A	03-03-94	AU 4726693 A CA 2142338 A EP 0655138 A JP 8500441 T AU 675077 B	15-03-94 03-03-94 31-05-95 16-01-96 23-01-97
EP 0425319 A	02-05-91	US 5005592 A AT 147607 T CA 2027871 A,C DE 69029704 D JP 3207344 A JP 5026490 B	09-04-91 15-02-97 28-04-91 27-02-97 10-09-91 16-04-93
EP 0091577 A	19-10-83	DE 3211003 A DE 3374225 A	13-10-83 03-12-87
EP 0364045 A	18-04-90	NL 8802481 A AT 126007 T AU 626326 B AU 4274189 A CA 1335553 A DE 68923754 D DE 68923754 T ES 2076202 T JP 2156835 A US 4992794 A	01-05-90 15-08-95 30-07-92 12-04-90 16-05-95 14-09-95 14-12-95 01-11-95 15-06-90 12-02-91

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 97/00132

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G01V15/00 G01V3/10

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G01V A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 317 078 A (WEED HERMAN R ET AL) 23. Februar 1982 siehe Spalte 1, Zeile 42 - Zeile 52 siehe Spalte 1, Zeile 67 - Spalte 2, Zeile 51 ---	1,2,4, 11-16,18
X	WO 94 04938 A (BRITISH TELECOMM ;BLADEN JOHN STUART (GB); ANDERSON ALAN PATRICK ()) 3. März 1994 siehe Seite 3, Zeile 17 - Seite 5, Zeile 11 ---	1,2,4, 11,14-16
X	EP 0 425 319 A (BECTON DICKINSON CO) 2. Mai 1991 siehe Spalte 2, Zeile 19 - Zeile 50 --- -/--	2,4,14, 16

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"A" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Juli 1997

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

23. 07. 97

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Swartjes, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH 97/00132

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 091 577 A (KUNKE STEFAN) 19.Oktober 1983 siehe Zusammenfassung ---	1,2,4, 11,14-16
A	EP 0 364 045 A (TEXAS INSTRUMENTS INC ;TEXAS INSTRUMENTS HOLLAND (NL)) 18.April 1990 siehe Abbildung 1 -----	1,3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH 97/00132

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4317078 A	23-02-82	KEINE	
WO 9404938 A	03-03-94	AU 4726693 A	15-03-94
		CA 2142338 A	03-03-94
		EP 0655138 A	31-05-95
		JP 8500441 T	16-01-96
		AU 675077 B	23-01-97
EP 0425319 A	02-05-91	US 5005592 A	09-04-91
		AT 147607 T	15-02-97
		CA 2027871 A,C	28-04-91
		DE 69029704 D	27-02-97
		JP 3207344 A	10-09-91
		JP 5026490 B	16-04-93
EP 0091577 A	19-10-83	DE 3211003 A	13-10-83
		DE 3374225 A	03-12-87
EP 0364045 A	18-04-90	NL 8802481 A	01-05-90
		AT 126007 T	15-08-95
		AU 626326 B	30-07-92
		AU 4274189 A	12-04-90
		CA 1335553 A	16-05-95
		DE 68923754 D	14-09-95
		DE 68923754 T	14-12-95
		ES 2076202 T	01-11-95
		JP 2156835 A	15-06-90
		US 4992794 A	12-02-91